

TRANSACTIONS OF THE 12TH CARIBBEAN GEOLOGICAL CONFERENCE

ST. CROIX, U.S. VIRGIN ISLANDS

August 7th - 11th, 1989



Edited by

David K. Larue

Department of Geology, University of Puerto Rico
Mayagüez, PR 00708, Puerto Rico

and

Grenville Draper

Department of Geology, Florida International University
Miami, FL 33199
U.S.A.

Additional copies of this book may be purchased from



Miami Geological Society
P.O. Box 431552
South Miami, FL 33243, U.S.A.

December 1990

GEOQUIMICA DE LA ASOCIACION OFIOLITICA DE CUBA

E. Fonseca¹, F. Castillo¹, A. Uhanov², M. Navarrete³ and G. Correa¹

¹Instituto Geología y Paleontología, Ministerio de Industrias Basicas,
La Habana, Cuba

²Instituto de Geoquímica y Química, Academia. de Ciencias,
Moscú, URSS,

³Empresa de Geología. Ministerio de Industrias Basicas,
Santiago de Cuba, Cuba

ABSTRACT

The ophiolites Cuba have two distinct modes of occurrence: 1) a discontinuous belt of ophiolite suites in northern Cuba, 2) isolated lenses or blocks within the metamorphic massifs in southern. Each of these occurrences have their own geochemical characteristics. Although the differences in the ultramafic components of the ophiolites are not significant, differences are apparent in the gabbroic rocks which suggests that they formed in different magma chambers. The basaltic rocks of the ophiolites exhibit a clear tholeiitic affinity.

(English abstract by Gren Draper)

INTRODUCCION

Las ofiolitas cubanas afloran en dos regiones principales; la primera y de mayor desarrollo corresponde al cinturón septentrional entre el margen continental y el arco volcánico cretácico (Fig. 1), y la segunda en fragmentos aislados asociados a los bloques metamórficos de la región meridional de Cuba - Guaniguanico, Isla de la Juventud, Escambray y Sierra del Convento (Fig. 1). En general ellas se caracterizan por la presencia de cuatro y a veces cinco complejos bien definidos, con una distribución irregular, la que no está en dependencia de su grado de erosión, tectonismo o de su posición al norte o al sur del territorio nacional. Estos complejos son tectonitas, cúmulos ultramáficos y cúmulos maficos, gabros isotrópicos, diabasas y basaltos con sedimentos asociados.

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

Tectonitas Ultramáficas

Las tectonitas (complejos inferior de las ofiolitas) se distribuyen principalmente desde la región occidental hasta la región central del país. Por el Norte afloran en la Sierra de Cajalbana y sus alrededores, en las provincias de La Habana como aislados bloques mezclados con las secuencias del arco volcánico, en Villa Clara el complejo aflora como un melange unto con otros complejos de las ofiolitas.

En la parte septentrional de la región occidental de Cuba (Guaniguanico), las tectonitas afloran como bloques en harzburgitas intensamente tectonizadas en el contacto de la falla Pinar y en aislados bloques en la Sierra del Rosario.

En el Escambray ellas aparecen de igual forma, pero con alto grado de antigorización (Somin y Millán, 1981). Hacia la región de Camaguey el dominio de este complejo va disminuyendo y empieza el predominio del complejo cumulativo. En Holguín, las tectonitas y los cúmulos aparecen muy mezclados tectonicamente, pero con una marcada supremacía del complejo inferior (Andó y otros, 1988). En la región de la Sierra Nipe-Cristal, en el denominado macizo Mayarí coexisten espacialmente distribuidos los dos complejos en áreas independientes, en la parte occidental afloran las tectonitas u limitados por una falla diagonal de dirección SW-NE aparecen los cúmulos en la parte oriental (Sagua de Tánamo).

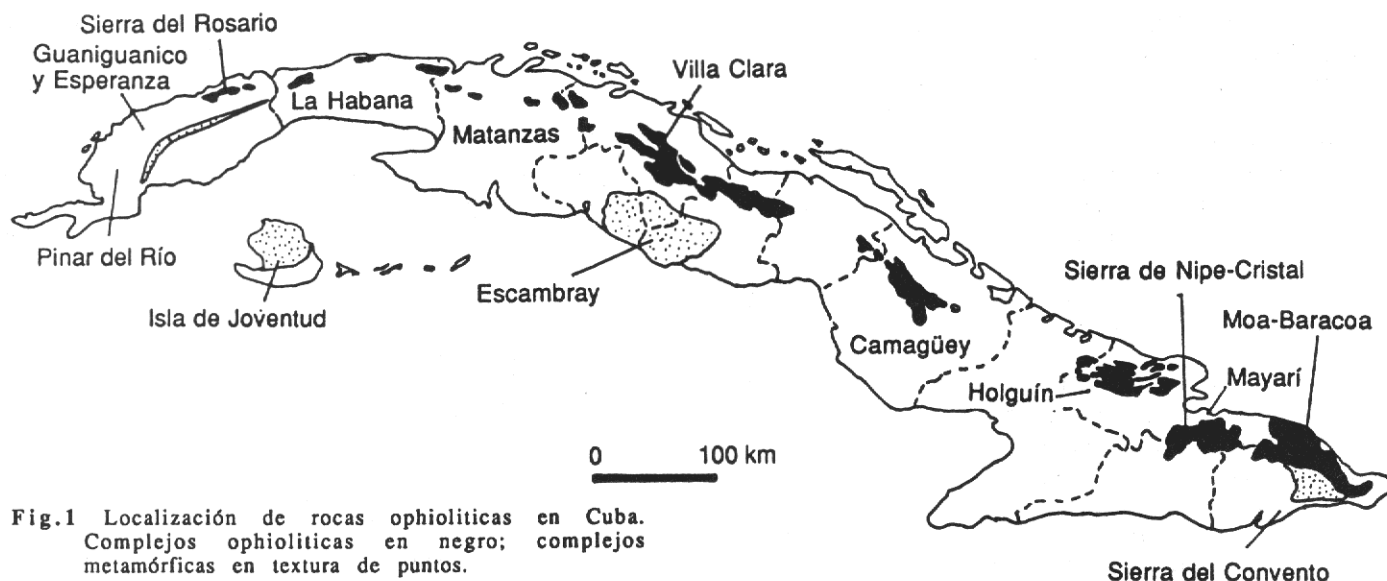


Fig.1 Localización de rocas ophiolíticas en Cuba. Complejos ophiolíticos en negro; complejos metamórficos en textura de puntos.

En Moa-Baracoa solo se han encontrado escasos afloramientos, que por las características estructurales se puede suponer su pertenencia al complejo inferior.

En la Sierra del Convento afloran bloques de ultramafitas y gabros con alto grado de metamorfismo, lo que no ha permitido, hasta el momento establecer la pertenencia a las tectonitas o cúmulos (Teperin y Heredia, 1980).

Complejos cumulativos

El complejo cumulativo según lo expresado anteriormente se distribuye principalmente desde la región de Camaguey hasta Baracoa. Este complejo presenta particularidades estructurales, petrológicas y mineralógicas diferentes entre el cinturón septentrional y el meridional.

En la región de Pinar del Río en el contacto entre las zonas estructurales Guaniguanico y la Esperanza se observan escasos bloques de este complejo con mayor aflorabilidad de su parte superior (gabros, gabros olivínicos y troctolitas).

En la región de Villa Clara los cúmulos afloran como bloques al No de la región de Mabujina, con buena ritmicidad representada por troctolitas, piroxenitas, gabroides. Las piroxenitas aparecen como diques y como capas en este complejo (Millán comunicación personal). El desarrollo y la ritmicidad de los cúmulos es diferente en Camaguey, Holguín y Moa-Baracoa. En la primera es notable la amplia distribución del complejo cumulativo ultramáfico (harzburgitas, dunitas, dunitas enstatíticas) en menor grado el

máfico (anortositas, gabros olivínicos, gabros). Las troctolitas aquí forman diques discordantes a los cúmulos (Haydutov y otros, 1981).

En Holguín los cúmulos ultramáficos están representados por lherzolitas, dunitas, harzburgitas y el máfico se inicia con la transición de peridotitas plagioclásicas, troctolitas, gabros olivínicos y gabros hornbléndicos, concapitas de hornblenditas, estas últimas dan al corte características petrográficas diferentes al resto de los complejos cumulativos del país.

En Moa-Baracoa los cúmulos ultramáficos y máficos están bien desarrollados. En la parte inferior, se alternan las harzburgitas, ortopiroxenitas, dunitas, dunitas enstatíticas, pasando gradualmente a peridotitas plagioclásicas, troctolitas y gabros olivínicos.

Complejos Gábricos

El complejo gábrico propiamente dicho representado por gabros masivos isotrópicos con un tipo de piroxeno (clinopiroxeno)- aparece en Cuba independientemente de la presencia o no de los cúmulos máficos, en algunas oportunidades su presencia va acompañada por numerosos diques concordantes o discordantes a la pseudo-estratificación cumulativa.

En la región donde el desarrollo de los cúmulos es escaso, afloran abundantes cuerpos de gabroides (P. del Río, La Habana, Villa Clara, parte occidental del macizo Mayarí en Oriente. Es interesante notar que generalmente en estas mismas regiones, estos gabros están cortados por

diques de diabasas de dos sistemas, el primario: pseudoparalelo y el secundario discordante al anterior. Este sistema de diques ha sido descrito por muchos autores (Fonseca et al, 1985: Iturralde-Vinent, 1986; Andó y otros, 1988) como el llamado complejo de diques paralelos de diabasas, pero es claro que este no representa un complejo clásico según la literatura.

Diabasas y basaltos

Las diabasas están presentes en todo el cinturón ofiolítico tanto al norte como al sur, pero exceptuando a los diques descritos anteriormente, estas rocas aparecen en general como bloques masivos, con contactos tectónicos entre los diferentes complejos ofiolíticos. El complejo superior de las ofiolitas, está representado por basaltos y sedimentos pelágicos asociados, estas rocas afloran en todo el cinturón ofiolítico septentrional, con diferentes espesores. En los bloques meridionales estas rocas están metamorizadas hasta anfibolitas, su origen oceánico o de arco insular es discutido por algunos autores Millán y Haydutov, comunicación personal).

Los basaltos y sedimentos asociados espacialmente a las ultramafitas y relacionados por algunos autores (Fonseca y Zelepugin, 1981: Iturralde-Vinent y otros, 1986; Andó y Navarrete, 1988) como el cuarto complejo de dicha asociación, están caracterizados como unidades litoestratigráficas en los diferentes bloques ofiolíticos del cinturón septentrional. En Pinar del Río, al norte de la Sierra del Rosario, la Formación Encrucijada aparece como una franja alargada muy tectonizada y representada por basaltos en almohadillas con hialoclastitas, silicitas y sedimentos pelágicos, de edad Ap-T.

Esta unidad aún debe ser subdividida ya que por sus características geoquímicas algunos niveles de lavas se acercan más a los basaltos del arco volcánico y otros son correlacionables con los de tipo ofiolítico (Fonseca, 1988).

En las formaciones de La Habana, los efusivos ofiolíticos aún no están cartografiados, pero se han encontrado basaltos oceánicos en los bloques alóctonos de la Formación Chirino (Arco volcánico cretácico, además es importante señalar que conjuntamente con basaltos y diabasas en contacto tectónico afloran boninitas, que supuestamente representan la base del arco volcánico en esta región.

En Matanzas los basaltos corresponden a la Formación Margot, con características muy

similares a Encrucijada, incluso en edad. En Villa Clara aparece la Formación Zurrupandilla, la que en proporción contiene más diabasas que basaltos Hatten, 1958; Zelepugin y otros, 1985). En Camaguey estos basaltos no afloran y han y han sido descritos por datos de pozos (Iturralde-Vinent y otros, 1986) como "Basitas Albaiza". En Holguín la nueva Formación Bariay representa a estos basaltos (Andó y Navarrete, 1988).

En la región oriental, aunque estos no están cartografiados afloran basaltos ofiolíticos en la parte norte del bloque Moa Biracoa (Torres y Fonseca, 1988).

GEOQUIMICA

Para realizar este estudio fueron recopiladas las muestras de los diferentes complejos en las regiones septentrional y meridional del país.

Las muestras de ultramafitas fueron analizadas por diferentes métodos en el Instituto de Geoquímica de la Academia de Ciencias de la URSS, y las de los complejos superiores fueron analizadas en los laboratorios del área geológica de Cuba.

Lo más complejo de este trabajo ha sido tratar de demostrar la pertenencia de las rocas ultramáficas, especialmente las dunitas y las harzburgitas a las tectonitas o a los cúmulos, debido a la complejidad tectónica con que ellas afloran.

De los complejos inferiores se utilizaron dunitas, harzburgitas, lherzolitas, dunitas-enstatíticas y sus serpentinitas, así como serpentinitas antigoríticas y crisotílicas.

En el gráfico de Skinner y otros (1978) se puede observar el carácter ofiolítico de todas las rocas ultramáficas de Cuba (Fig. 2). Las más empobrecidas en Ni, son las del Escambray, el resto presenta un comportamiento regular.

Para las rocas ultramáficas los elementos más discriminantes son el Cr, Ni, Co por una parte y por otra el Mg y Fe. También pueden servir para esta caracterización la suma de Al + Ti, (Fig. 3). Según este diagrama construido con los valores en ppm, se puede observar que en línea decreciente por la relación Cr + Ni + Co las rocas transicionan en general desde dunitas, harzburgitas, lherzolitas y wherlitas y por último en el extremo opuesto aparecen los gabros.

En la línea Mg + Fe y Al + Ti las dunitas son igualmente las rocas con mayores contenidos de

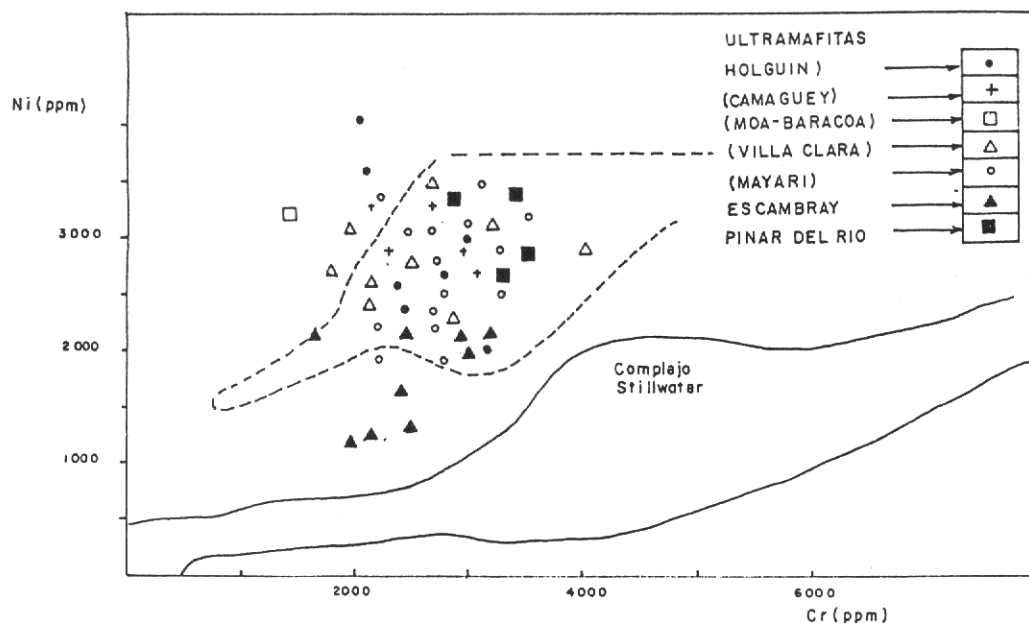


Fig. 2 Diagrama comparativo según Skinner e al. (1976), donde se incluyen las rocas ultramáficas de las tectonitas y los cúmulos.

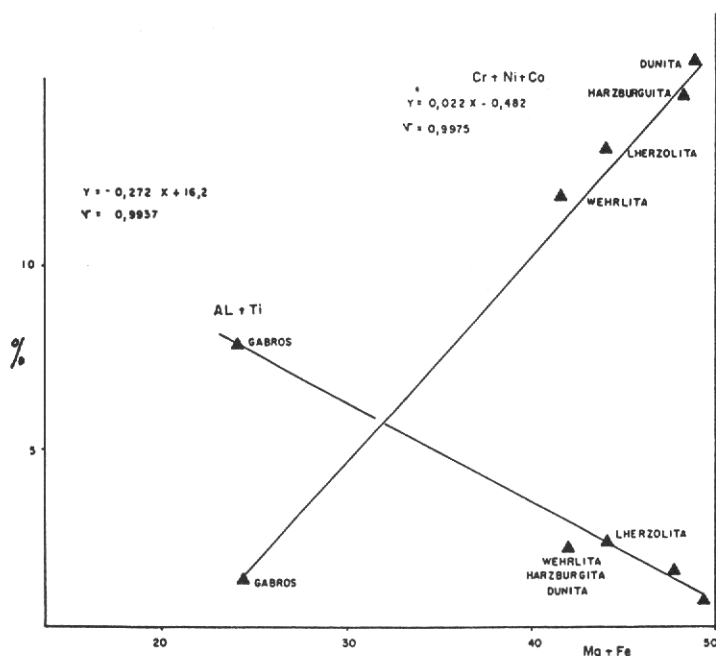


Fig. 3 Gráfico de compartamiento promedio para los principales elementos de las ultramafitas y los gabroides de Cuba.

estos elementos siguiéndolas las harzburgitas, lherzolitas y por último las werhlitas que se separan un tanto de esta línea por sus contenidos promedio. Al igual que en el caso anterior los gabros ocupan el extremo de la línea.

Al estudiar el comportamiento de las serpentinitas duníticas según las diferentes regiones podemos observar como ellas (Fig. 4) en Mayarí y Holguín tienen un comportamiento similar y a la vez algo diferente con las de Camaguey. Los elementos que se diferencian son Ti, V, Cr, Cu y Nb. Las rocas de las dos primeras regiones pertenecen principalmente al complejo ultramáfico metamórfico y las de Camaguey son cumulativas. El comportamiento del V y el Ti, el similar, ya que ellos se enriquecen progresivamente hacia los complejos superiores de las ofiolitas. Los contenidos promedio para otras regiones del mundo en estos elementos van desde 48 ppm en las tectonitas hasta 300 en los cúmulos; para el Ti y el V las variaciones son de 25 a 40 (Coleman, 1977). Las rocas cubanas presentan contenidos promedio de Ti de 45 ppm en las tectonitas hasta 700 ppm para los cúmulos y excepcionalmente suben los valores sobre 1000 ppm.

El vanadio por otra parte varía desde 40 hasta 130 aproximadamente. Este último elemento muestra un comportamiento interesante, no solo vertical en el corte ofiolítico, sino también lateral en el sentido geográfico, desde Occidente

hacia la parte Oriental de Cuba (Fig. 5). En este diagrama donde se unieron todas las ultramafitas, se observa un aumento de los contenidos de este elemento desde Villa Clara hacia Moa-Baracoa, especialmente en las lherzolitas, pero es interesante ver en las harzburgitas y en el promedio de todas ellas, el empobrecimiento del elemento en Mayarí y el aumento brusco hacia Moa-Baracoa. Esto corrobora lo planteado por Fonseca y otros (1989), donde se expresa que en Mayarí existe un predominio del complejo inferior de las ofiolitas y también la cercanía de este bloque a su punto de origen en la zona del rift, caracterizada por el quimismo de sus rocas y la posición de la mineralización cromítica. Por otra parte las serpentinitas harzburgíticas desde Villa Clara hasta Moa-Baracoa, tienen un comportamiento muy similar (Fig. 6), solamente es interesante notar el mayor contenido de vanadio en estas últimas. En la región de Moa-Baracoa se ha observado algún contenido de coulsonita (magnetita vanádica) entrecrecida con las menas cromíticas (Santa Cruz y otros, 1988), lo que pudiera influenciar también en el contenido de este elemento en las rocas ultramáficas de la región.

Los valores de niobio en las harzburgitas y en las dunitas están dados por el mayor o menor grado de serpentización, ya que en estas rocas la hidratación origina un enriquecimiento del elemento.

En el gráfico de la Fig. 7 se representan las variaciones de los elementos para la región de Villa Clara, lugar en que se obtuvo una mayor

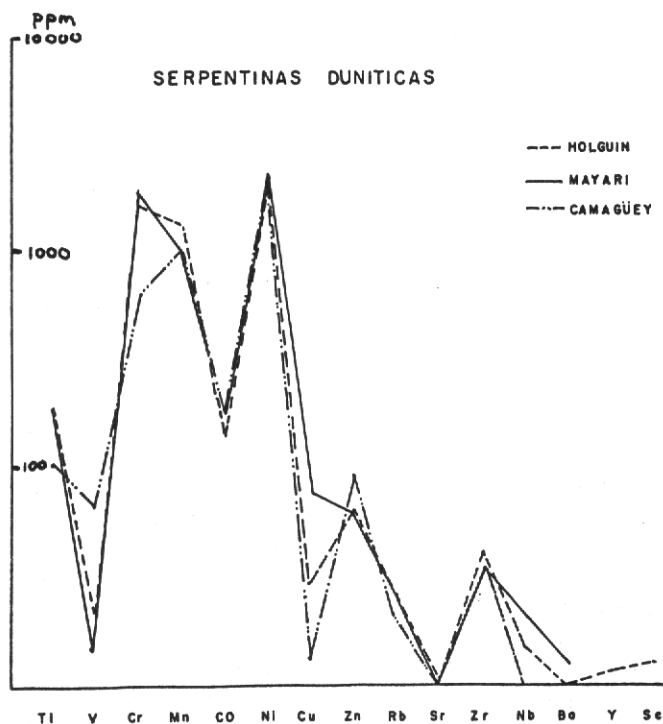


Fig. 4 Gráfico de variación de las serpentinitas duniticas de tres regiones: Holguín y Mayarí (tectonitas), Camagüey (cumulativas).

variabilidad litológica. En general todas las rocas responden a un mismo patrón incluyendo las harzburgitas, las wehrlitas y las serpentinitas antigoríticas-crisotólicas del Escambray. Los gabros se utilizaron a modo de comparación, y es notable en ellos, el enriquecimiento en Ti, V, y Sr, así como el empobrecimiento en Cr, Ni, Co, Cu y anormalmente en Rb.

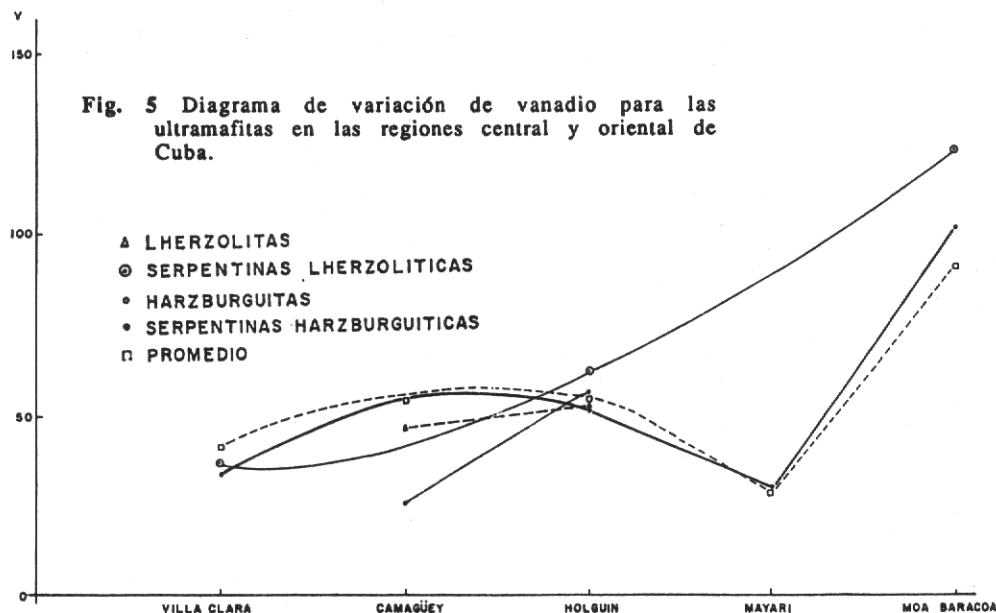


Fig. 5 Diagrama de variación de vanadio para las ultramafitas en las regiones central y oriental de Cuba.

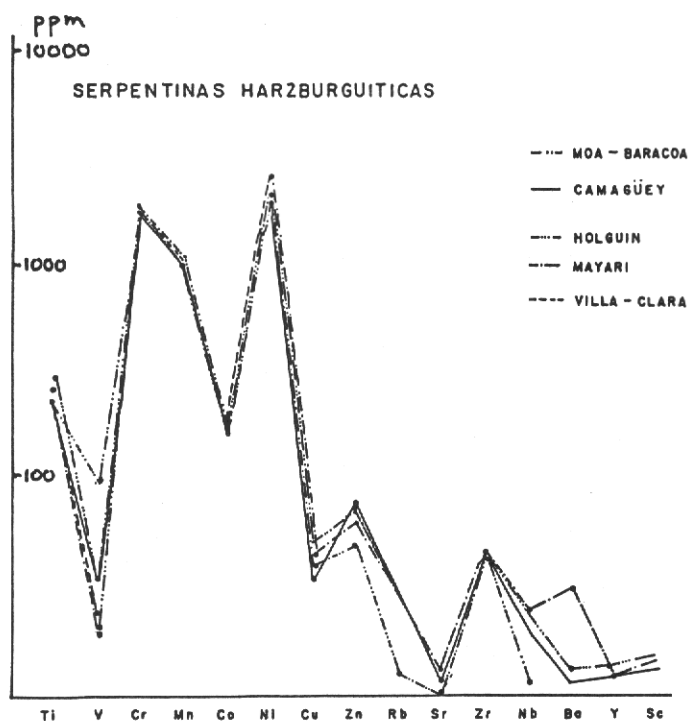


Fig. 6 Gráfico del contenido promedio de los principales elementos en las serpentinitas harzburgíticas de las regiones central y oriental de Cuba.

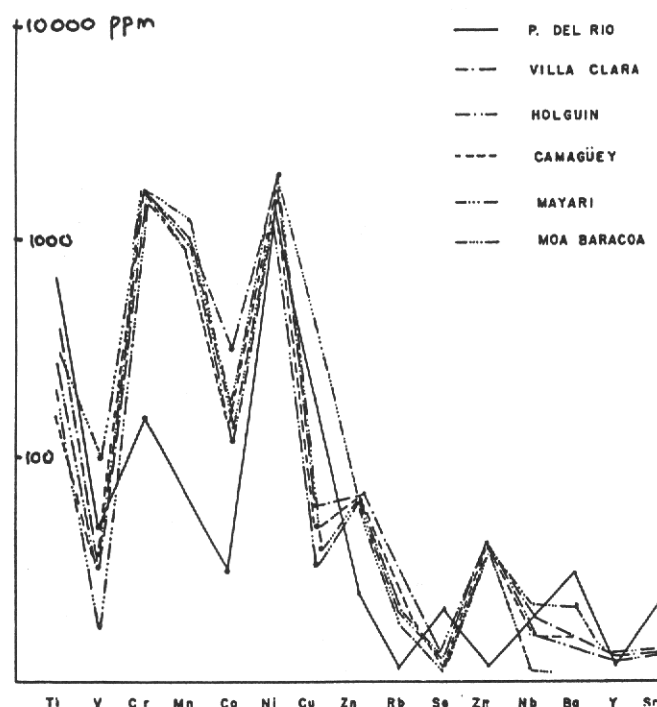


Fig. 8 Gráfico del contenido promedio de los elementos en las ultramafitas desde la región occidental hasta la oriental. Se observa la marcada diferencia en Pinar del Río.

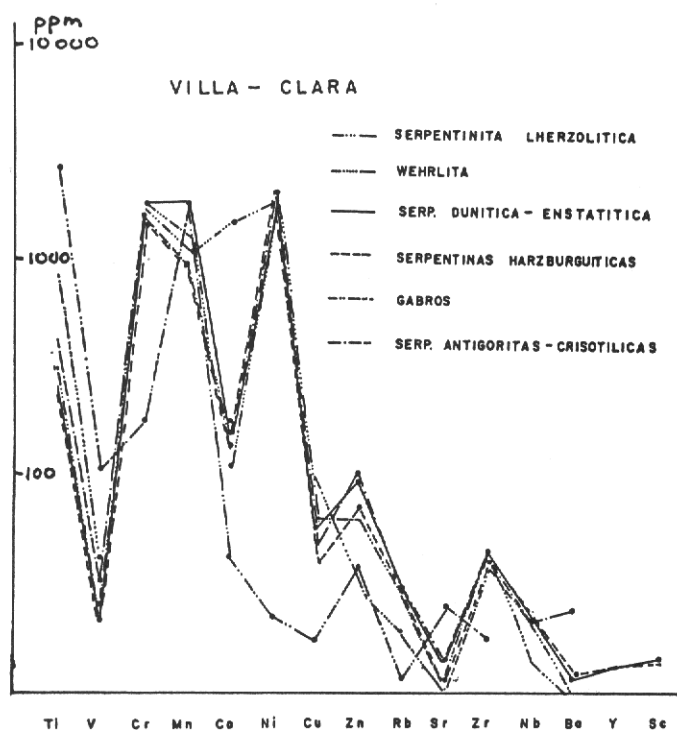
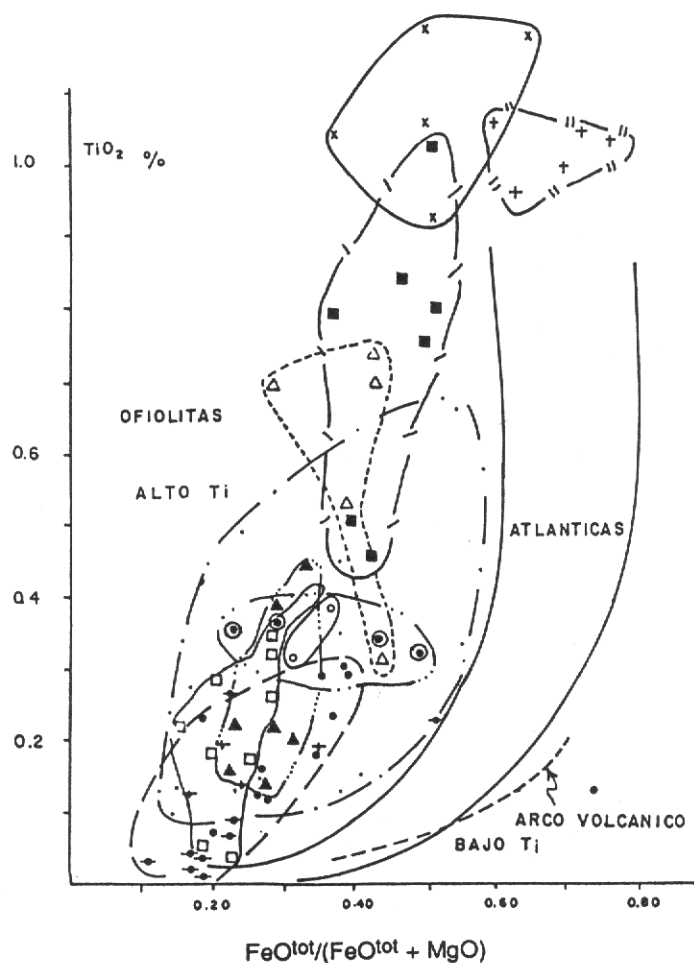


Fig. 7 Gráfico del compartimiento de las ultramafitas, de las tectonitas y los cúmulos en Villa Clara. Las serpentinitas antigoríticas-crisotílicas son del Escambray.

La disminución de los elementos ferromagnesianos, como es conocido está dado por la cristalización fraccionada del olivino y de las familias de la enstatita y del diópsido tan abundantes en estas rocas. La enstatita es junto con el olivino el mineral fundamental de estas rocas ultramáficas, pero debido a los intensos procesos tectónicos que ellas han sufrido en general, se origina la deshidratación y por eso las rocas del Escambray (Mabujina) contienen mayor cantidad de talco, antigorita, tremolita-actinolita, observándose en ellas un empobrecimiento marcado del Ni, en comparación con rocas similares.

En el diagrama de la Fig. 8 se observa el comportamiento generalizado de todas las ultramafitas desde Pinar del Río hasta Moa-Baracoa notándose solo una diferencia en las rocas de Pinar, especialmente en los bajos contenidos de Cr, Co y Zn, así como los valores inversamente altos de Sc, Ba y Sr. Esto puede obedecer en el caso de los primeros elementos a que la composición del manto en esta región era algo diferente a la del resto de Cuba, posiblemente más cercana a las lherzolitas.

En el gráfico expuesto a continuación (Fig. 9) según Serri, 1982, el TiO_2 y la relación $FeO^{tot}/(FeO^{tot} + MgO)$ nos permite discriminar los



	Gabro	Troctolita
Mayarí- Nicoro	x	—
Yarey-La Melba	.	—
Buenavista-Amores	•	—
Miraflores	•	—
Jagua (P. del Río)	⊙	—
Holguín	■	—
Villa Clara (Norte)	△	—
Escambray	+	—
P. del Río	▲	—
Camagüey	□	—

Fig. 9 Diagrama de Serri (1981) con las áreas de los cúmulos máficos y gabros isotrópicos para diferentes regiones de Cuba.

gabros ofiolíticos de los gabros de los arcos volcánicos. Aquí se tomaron todos los gabroides desde los que forman parte de los niveles superiores de los cúmulos hasta los gabros isotrópicos que afloran en casi todo el cinturón septentrional y cuya presencia como se aclaró puede estar o no asociada con la aparición de los cúmulos. En general el desarrollo cumulativo en el territorio de

Cuba, presenta interesantes variaciones geológicas desde Pinar del Río hasta Baracoa, como se explicó anteriormente.

Analizando el diagrama mencionado podemos observar un enriquecimiento progresivo de los contenidos de titanio desde Pinar del Río, Villa Clara, Holguín hasta Mayarí. En estas regiones excepto Holguín predominan los gabros masivos.

En las áreas correspondientes a Camagüey y las diferentes zonas de Moa-Baracoa, donde los cúmulos afloran ampliamente, existe un solapamiento en la parte inferior del diagrama, donde los contenidos de Ti son menores. Los cúmulos de Mabujina (Escambray) ferromagnesianos, sin tomar en consideración las alteraciones que pueden originar este desplazamiento se puede suponer que los gabros de Mayarí y el Escambray son los más primitivos de todos ellos.

Del comportamiento de los gabroides se puede concluir que ellos se han originado a partir de diferentes cámaras ígneas (criterio expuesto por Haydoutov para Camagüey) y que el magma

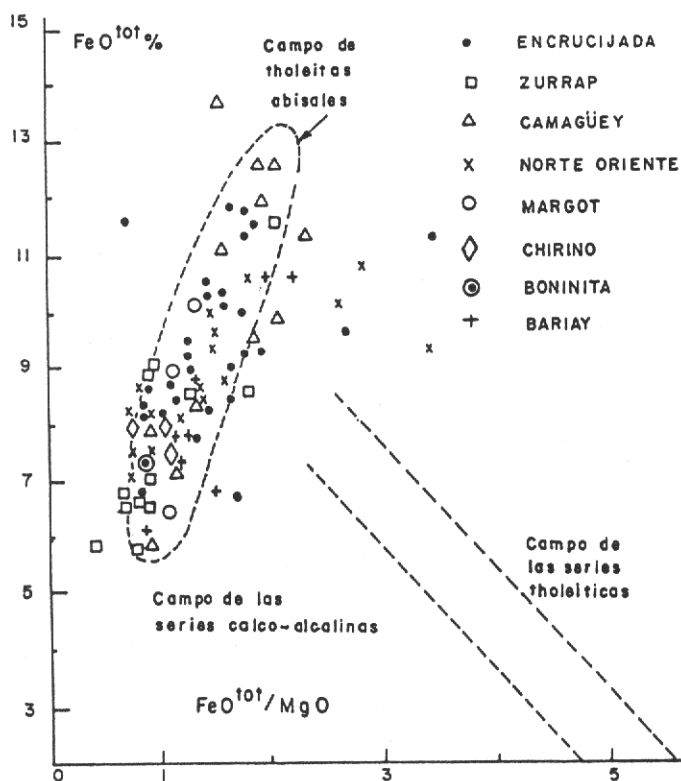


Fig. 10 Diagrama de Miyashiro y Shido (1975), se observa el comportamiento de los basaltos oceánicos en el cinturón ofiolítico septentrional.

de cada una de ellas era empobrecido o enriquecido en algunos elementos, lo que permitió incluso en algunas regiones una amplia diferenciación de los cúmulos hasta rocas ácidas como en Holguín (Andó y Navarrete, 1988).

Los complejos efusivos están representados en la Fig. 10. En el estudio realizado se tomaron todas las formaciones estratigráficas, que por sus características geológicas y su comportamiento geoquímico pertenecen a la asociación ofiolítica. La Fm. Encrucijada de Pinar del Río, parte baja de Chirino de La Habana, Margot de Matanzas, Zurrupandilla de Villa Clara, las de Camagüey descritas en pozos, Bariay en Holguín, y por últimos las que aparecen en diferentes regiones de Moa-Baracoa asociadas a las ultramafitas y que aún no se ha concluido su cartografía.

Se incluyeron en estos diagramas las muestras de boninitas que se encontraron en la región de La Habana asociadas a los basaltos y diabasas ofiolíticas, cuya posición fue mencionada anteriormente. Para todas ellas es clara la marcada tendencia tholeítica.

REFERENCIAS

- Andó J., y Navarrete, M., 1988,. Texto explicativo al levantamiento 1:50 000, región Holguín. Capítulo Asociación Ofiolítica (Informe inédito).
- Coleman, R., 1977,. Ophiolites. Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, New York.
- Fonseca, E., y Zelepugin, V., 1981,. Asociación de basaltos sódicos en la provincia de Pinar del Río. Resumen 1er Simposio Sociedad Cubana de Geología.
- Fonseca, E., Zelepugin, V. y Heredia, M., 1985,. Particularidades de la asociación ofiolítica de Cuba. Rev. Ciencia de la Tierra y el Espacio, no. 9,. La Habana.
- Fonseca, E., y otros, 1988,. Geoquímica de la asociación ofiolítica y la parte inferior del arco volcánico en Cuba centr-oriental,. Serie Geológica, No. 2. GIDP. La Habana.
- Fonseca, E., 1988,. Geoquímica de la asociación ofiolítica de Pinar del Río,. Revista Tecnológica, v.15, no. 4.
- Fonseca, E. y otros, *en prensa*, Presencia de efusivos ofiolíticos en las provincias de La Habana y Matanzas, Boletín Geológico, MINBAS
- Fonseca, E. y otros, 1989,. Geología y distribución de las cromitas de los macizos ofiolíticos de Mayarí y Moa-Baracoa, (resumen), Primer Congreso Cubano de Geología, La Habana
- Hatten, C., Schooler, O. y otros, 1958, Geology of central Cuba: eastern Las Villas and western Camagüey provinces (informe inédito) CFNG.
- Haydoutov, Y., Kojucharova, E. y Cabrera, R., 1981, Capítulo corteza oceánica, Memoria explicativa al mapa geológico 1:250,000 del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas, CNFG.
- Iturralde-Vinent, M., Hartwich, M. y otros, 1986, Ofiolitas de Camagüey: naturaleza, posición tectónica y sedimentos derivados, Rev. Tecnológica, v. 16, no. 2.
- Santa Cruz-Pacheco, M., Fonseca, E., y Vega, N., 1988, Nuevos datos sobre la mineralización cromítica del yacimiento Amores. (resumen) Primer Jornada Científica, Filial Habana, Soc. Cub. Geol.
- Somin, M., y Millán, G., 1981, Geología de los complejos metamórficos de Cuba. (en ruso) Nauka, Moscú.
- Teperin, A. y Heredia, M., 1980, Petrología de los complejos maficos de la provincia de Pinar del Río, los macizos Mayarí y Moa-Baracoa de Cuba Oriental (informe inédito) C.N.F.G., La Habana.
- Torres, M., y Fonseca, E., *en prensa*, Características de la asociación ofiolítica en la región norte de Moa-Baracoa y su relación con el arco volcánico.
- Zelepugin, V. y otros, 1985, Petrología de las rocas vulcanógenas y vulcanógeno-sedimentarias de Cuba (informe inédito), C.N.F.G., La Habana